

Библиографический список

Бачурина А.В. Влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабаш-медь» на состояние прилегающих лесных насаждений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Бачурина. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 21 с.

Востриков И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почв различными методами // Микробиология. 1961. Т. XXX. Вып. 4. С. 165 – 174.

Залесов С.В. Проходные рубки в сосняках южной подзоны тайги Урала: дис. ... канд. с.-х. наук / С.В. Залесов. Свердловск: УЛТИ, 1986. 215 с.

Залесов С.В., Луганский Н.А. Проходные рубки в сосняках Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. 128 с.

Колесников, Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 178 с.

Швалева Н.П. Состояние лесных насаждений лесопарков г. Екатеринбурга и система мероприятий по повышению их рекреационной емкости и устойчивости: дис. ... канд. с.-х. наук / Н.П. Швалева. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 181 с.

Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. 185 с.



УДК 630*524.3

**Ю.М. Алесенков,
Г.В. Андреев, С.В. Иванчиков**
(Yu.M. Alesenkov,
G.V. Andreyev, S.V. Ivanchikov)
(Ботанический сад УрО РАН)



Алесенков Юрий Михайлович родился в 1946 г. В 1973 г. окончил Донецкий государственный университет по специальности «Биология». В 1983 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата биологических наук по теме «Экологический анализ первичной продукции горных тёмнохвойных лесов Среднего Урала». Работал в Институте экологии растений и животных УрО АН СССР, с 1988 – в Институте леса (ныне Отдел лесоведения Ботанического сада УрО РАН), в настоящее время в должности старшего научного сотрудника. Опубликовано более 60 печатных работ, посвящённых биопродуктивности, строению, структуре и динамике тёмнохвойных лесов особо охраняемых природных территорий Урала.



Андреев Георгий Васильевич родился в 1965 г. В 1987 г. окончил Башкирский сельскохозяйственный институт по специальности «Лесное хозяйство». В 2005 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Восстановительно-возрастная динамика тёмнохвойных лесов Южного Урала (на примере северной части западного макросклона)». С 1990 г. работает в Институте леса (ныне Ботанический сад УрО РАН), в настоящее время в должности научного сотрудника. Опубликовано более 60 печатных работ по лесной типологии, структуре и восстановительно-возрастной динамике тёмнохвойных древостоев Среднего и Южного Урала.

Иванчиков Сергей Витальевич родился в 1974 г. В 1998 г. окончил Уральскую государственную лесотехническую академию по специальности «Лесное хозяйство». С 1999 г. работает в Ботаническом саду УрО РАН, в настоящее время в должности старшего инженера. Опубликовано более 15 печатных работ по структуре, естественному возобновлению и росту тёмнохвойных древостоев в особо охраняемых природных территориях.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ И ЗАПАСОВ ПОСЛЕВЕТРОВАЛЬНОГО ДРЕВОСТОЯ (THE DETERMINING OF VOLUMES OF TREE STEMS AND YIELDS OF AFTERWINDFALLEN STAND)

Рассматриваются разные способы определения объёмов ели и пихты по ступеням толщины и запасов различных категорий послеветровального древостоя.

The different methods of estimation of volumes on the steps of diameter and yields of different groups afterwindfallen stand are examined.

Основным компонентом лесного биогеоценоза является древостой, аккумулирующий биомассу в различных частях древесных организмов. Наибольшая и наиважнейшая в экономическом и экологическом отношении часть биомассы аккумулируется стволами деревьев. Запас фитомассы стволов является величиной, значения которой до сих пор не установлены с абсолютной точностью. Это обстоятельство, возможно, мешает построить адекватную модель биологического круговорота в лесных экосистемах.

В нашу задачу входил анализ последствий ветровала для древостоев Висимского биосферного заповедника. В результате ветровала произошли существенные изменения в структуре древостоев, выразившиеся в появлении ветровальных, буреломных и повреждённых деревьев. По этой причине нами был осуществлён поиск наиболее точных способов получения данных об объёмах выпавших, повреждённых, сухостойных и оставшихся неповреждённых деревьев.

Объект исследований расположен в Уральской горно-лесной области, Средне-уральской низкогорной провинции, южно-таёжном лесорастительном округе (Колесников и др., 1973). Исследования проводили на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника в разновозрастном ельнике хвощово-мелкотравном. Индекс лесорастительных условий – 362 (Колесников и др., 1973). Состав 4ЕЗК2Б1П, полнота 0,56. Запас растущей части 125 м³/га, получен с использованием метода скользящего диаметра по модельным деревьям. Подробная характеристика древостоя постоянной пробной площади была опубликована ранее (Алесенков и др., 2008; Алесенков и др., 2009).

Проведён замер объёмов древесных стволов модельных деревьев ели (9), пихты (5) и берёзы (1), поскольку рубка растущих деревьев на особо охраняемых природных территориях запрещена.

Был критически рассмотрен способ вычисления объёмов с использованием метода скользящего диаметра (Смолоногов, Залесов, 2002) – высоты модельных деревьев (минимальные, средние и максимальные значения диаметров) должны совпадать с кривыми высот (соотношение высот и диаметров). При несоблюдении этого условия метод скользящего диаметра может показать либо заниженные, либо завышенные значения запасов древостоев. Обработка полевого материала проводилась с использованием методических рекомендаций (Свалов, 1985) электронных таблиц Microsoft Excel на персональном компьютере. Для вычисления объёмов ветровальных деревьев ели и пихты по ступеням толщины и по категориям повреждения использовались соотношения высот и диаметров, опубликованные ранее (Алесенков и др., 2009), модельные деревья, а также региональные (Верхунов и др., 1991) и всеобщие объёмные таблицы (Лимонов и др., 1966).

Вычисление запасов древостоев по модельным деревьям и кривым высот было принято в качестве эталона. С ним сравнивались запасы, полученные по всеобщим объёмным таблицам (Лимонов и др., 1966), региональным объёмным таблицам (Верхунов и др., 1991) и объёмным таблицам берёзы Среднего Урала Л.А.Лысова (Луганский, Лысов, 1991), местным объёмным таблицам кедра (Смолоногов, Залесов, 2002). Помимо этого, проводился сравнительный анализ вычисления запасов древостоев по региональным таблицам сумм площадей сечений и запасов (Верхунов и др., 1991), а также по формуле Линь Чен Гана (Бараев, 1963), которая используется в практическом лесоустройстве.

Условные обозначения табл. 1 и табл. 4: Vск мод – объёмы стволов, полученные по модельным деревьям с использованием метода скользящего диаметра (Смолоногов, Залесов, 2002) по кривой высот моделей; Vск 2001 – с использованием метода скользящего диаметра по замерам высот и диаметров ветровальных деревьев в 2001 г.; Vск 01+03 – с использованием метода скользящего диаметра и замерам высот и диаметров

в 2001 и 2003 г.; $V_{ск\ 2003}$ – с использованием метода скользящего диаметра и замерам высот и диаметров в 2003 г.; $V_{Прод}$ – запасы, рассчитанные по модельным деревьям с использованием кривой высот М. Продана – параболы 2-го порядка; $V_{степ}$ – объёмы стволов по модельным деревьям, рассчитанные с использованием степенного (аллометрического) уравнения; $V_{все\ 2001}$ и $V_{все\ 01+03}$ – объёмы стволов, полученные на основе всеобщих объёмных таблиц ели В.К. Захарова (Лимонов и др., 1966) по замерам высот в 2001 и 2001 и 2003 гг.; $V_{верх\ 2001}$ и $V_{верх\ 01+03}$ – объёмы деревьев по таблицам П.М. Верхунова (1991) по данным замеров высот в 2001, а также 2001 и 2003 гг.

Таблица 1

Объёмы (m^3) ветровальных деревьев ели, рассчитанные разными способами

Д, см	$V_{ск\ мод}$	$V_{ск\ 2001}$	$V_{ск\ 01+03}$	$V_{ск\ 2003}$	$V_{Прод}$	$V_{степ}$	$V_{все\ 2001}$	$V_{все\ 01+03}$	$V_{верх\ 2001}$	$V_{верх\ 01+03}$
Ель										
4	0,005	0,005	0,004	0,004	0,027	0,004	0,004	0,004	-	-
8	0,025	0,026	0,024	0,023	0,026	0,022	0,026	0,024	0,024	0,021
12	0,072	0,073	0,067	0,064	0,063	0,065	0,070	0,070	0,069	0,064
16	0,151	0,152	0,142	0,137	0,138	0,138	0,160	0,150	0,158	0,140
20	0,268	0,269	0,253	0,245	0,251	0,250	0,280	0,270	0,269	0,256
24	0,425	0,425	0,403	0,393	0,403	0,405	0,460	0,420	0,426	0,409
28	0,622	0,620	0,593	0,583	0,594	0,609	0,650	0,620	0,603	0,5925
32	0,858	0,849	0,823	0,816	0,823	0,867	0,900	0,860	0,828	0,802
36	1,128	1,108	1,089	1,088	1,090	1,184	1,140	1,140	1,075	1,045
40	1,424	1,388	1,385	1,398	1,395	1,565	1,460	1,460	1,285	1,3025
Пихта										
4	0,002	0,003	0,003	0,003	-	0,004	-	-	-	-
8	0,025	0,022	0,020	0,018	-	0,025	-	-	0,021	0,019
12	0,082	0,068	0,064	0,058	-	0,080	0,070	0,065	0,064	0,059
16	0,180	0,155	0,146	0,132	-	0,182	0,150	0,140	0,146	0,133
20	0,316	0,293	0,277	0,251	-	0,343	0,280	0,270	0,270	0,246
24	0,478	0,495	0,467	0,425	-	0,574	0,440	0,440	0,436	0,404

При определении объёмов ели применение параболы второго порядка соотношения диаметров и высот М. Продана (цит. по Н.П. Анучину, 1982) показало неадекватные значения объёмов стволов в 4 см ступени толщины. Но в более крупных ступенях различие несущественное. Использование степенной (аллометрической) зависимости объёма от диаметра показало, что наблюдаются наибольшие значения объёмов в ступенях толщины с 36 см и больше, а в более тонких ступенях толщины различия незначительны. Наименьшие значения объёмов в ступенях толщины более 28 см характерны для региональных объёмных таблиц (Верхунов и др., 1991). Следует также отметить отсутствие значений объёмов ели в 4 см ступени в этих же таблицах.

Использование кривых высот разных категорий деревьев, полученных ранее (Алесенков и др., 2009), и модельных деревьев 2001 г. показало (табл. 2), что наименьшими объёмами во всех ступенях толщины характеризуются повреждённые. Даже в 40 см ступени толщины их объём не превышает 1 м^3 , что составляет от 2/3 до 3/4 объёма ветровальных деревьев. Объём здоровых деревьев в ступенях толщины от 4 до 32 см составляет от 78 до 93 % объёма ветровальных. Лишь в 36 и 40 см ступенях толщины различие в объёме составляет менее 5 %. Буреломные деревья от 4 до 24 см ступеней толщины имеют больший объём, чем ветровальные, но разница не превышает 10 % даже в минимальной ступени толщины. В самых крупных ступенях толщины объём буреломных деревьев немного меньше объёмов ветровальных. Сухостойные деревья, наоборот, характеризуются меньшими объёмами, чем ветровальные, в ступенях толщины 24 см и менее. Начиная с 28 см ступени наибольший объём характерен для сухостойных деревьев.

Таблица 2

Объёмы (м^3) стволов деревьев ели и пихты различных категорий

Д, см	Категории деревьев					
	Растущие до ветровала	Буреломные	Ветровальные	Сухостойные	Здоровые	Повреждённые
Ель						
4	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
8	0,016	0,026	0,024	0,022	0,020	0,018
12	0,053	0,073	0,067	0,064	0,056	0,050
16	0,122	0,151	0,142	0,136	0,121	0,105
20	0,230	0,265	0,253	0,247	0,221	0,185
24	0,382	0,415	0,403	0,404	0,361	0,294
28	0,582	0,597	0,593	0,606	0,545	0,429
32	0,828	0,804	0,823	0,861	0,775	0,587
36	1,090	1,031	1,089	1,169	1,058	0,769
40	1,418	1,272	1,385	1,527	1,392	0,968
Пихта						
4	0,003	0,005	0,003	0,002	0,002	0,002
8	0,019	0,027	0,020	0,018	0,017	0,016
12	0,062	0,074	0,064	0,060	0,053	0,050
16	0,141	0,150	0,146	0,143	0,121	0,117
20	0,264	0,262	0,277	0,280	0,229	0,224
24	0,436	0,414	0,467	0,488	0,387	0,383

Здоровые экземпляры ели до 16-20 см ступени толщины характеризуются близкими значениями объёмов стволов растущих деревьев до ветровала. В ступенях толщины от 24 до 32 см объём здоровых деревьев характеризуется меньшими значениями, чем доветровальных. В 36 и 40 см ступенях толщины объём деревьев до ветровала близок к объёмам здоровых деревьев.

Из табл. 3 заметно, что запасы ели разных категорий, полученные по объёмным таблицам, а также с использованием модельных деревьев, близки между собой. Использование разных кривых высот ветровальных деревьев 2001 г. и замеров высот, сделанных для каждой категории в 2003 г., показало немного меньшие значения запасов, чем которые были получены по модельным деревьям (знаменатель). Наименьшие запасы рассчитаны с использованием местных таблиц сумм площадей сечений и по формуле. Это обусловлено использованием при расчетах средних значений с соответствующим нормальным распределением деревьев по ступеням толщины. Наиболее близким к нормальному (одновершинному) оказалось распределение буреломных деревьев. Поэтому разные способы вычисления запасов буреломных деревьев показали близкие результаты.

Различия в объёмах ветровальных деревьев пихты (см. табл. 1) обусловлены разными кривыми высот. Использовались разные кривые высот: модельные ветровальные деревья пихты, замеры высот 2001 г., 2003 г. и замеры 2001 и 2003 гг. У пихты наибольшие значения объёмов наблюдаются в ступенях больше 20 см, вычисленные с использованием степенного (аллометрического) уравнения. Близкие объёмы оказались получены с использованием степенного уравнения и по модельным деревьям с использованием метода скользящего диаметра в ступенях толщины от 4 до 16 см ступенях толщины. Следует отметить отсутствие всеобщих объёмных таблиц пихты в ступенях толщины 4 и 8 см. Кроме того, отсутствуют данные об объёмах деревьев пихты в 4 см ступени толщины в региональных таблицах объёма (Верхунов, 1991).

Наблюдается незначительное различие по объёмам здоровых и повреждённых деревьев, обусловленное небольшой разницей по их высоте (см. табл. 2). Буреломные деревья характеризуются большими объёмами в ступенях толщины от 8 до 12 см. В более крупных ступенях толщины объёмы буреломных деревьев меньше объёмов ветровальных. Наибольшие объёмы сухостойных деревьев характерны для самых крупных (20 и 24 см) ступеней толщины. Здоровые деревья пихты характеризуются наименьшими объёмами по сравнению с ветровальными, буреломными и сухостойными.

Наибольшие значения запасов ветровальных деревьев пихты (см. табл. 3) получены с использованием степенного или аллометрического уравнения, наименьшие – по формуле Линь Чен Гана, а также с использованием кривой высот модельных деревьев (значения знаменателя строки «Модельные деревья») и региональных таблиц сумм площадей сечений и запасов. Все остальные способы показывают близкие результаты значения запасов.

Таблица 3

Запасы (м^3) деревьев основных лесообразующих пород по категориям, рассчитанные различными способами

Способы вычисления запасов	Категории деревьев				
	Буреломные	Ветровальные	Сухостойные	Здоровые	Повреждённые
Ель					
Степенное (аллометрия)	-	91,923	-	-	-
М. Продана	-	94,009	-	-	-
Модельные деревья, $d_{\text{ск}}$	$\frac{44,348}{42,776}$	$\frac{94,611}{90,045}$	$\frac{34,134}{33,850}$	$\frac{47,480}{41,326}$	$\frac{12,557}{8,688}$
Песотаксационный справочник Урала	51,374	88,803	33,132	41,131	8,846
Всеобщие объёмные таблицы	45,716	94,254	35,377	44,330	9,547
Стандартные таблицы	42,499	76,232	26,061	29,698	7,172
Формула Линь Чен Гана	42,428	73,917	25,868	27,120	6,484
Пихта					
Степенное (аллометрия)	-	15,818	-	-	-
Модельные деревья, $d_{\text{ск}}$	$\frac{3,035}{3,252}$	$\frac{10,886}{12,720}$	$\frac{1,894}{2,491}$	$\frac{6,321}{4,914}$	$\frac{1,954}{1,460}$
Песотаксационный справочник Урала	3,220	12,596	2,501	5,046	1,515
Всеобщие объёмные таблицы	3,277	12,106	2,552	5,110	1,498
Стандартные таблицы	3,116	11,113	2,052	4,560	1,358
Формула Линь Чен Гана	3,011	10,646	1,835	4,177	1,196
Кедр					
Региональные таблицы	0,583	0,406	12,804	42,442	0,348
Всеобщие объёмные таблицы	0,560	0,393	11,950	38,150	0,339
Стандартные таблицы	0,614	0,334	13,923	42,102	0,298
Формула Линь Чен Гана	0,557	0,311	12,381	36,769	0,293
Берёза					
Песотаксационный справочник Урала	8,782	9,083	3,324	24,438	1,492
Региональные таблицы Л.А Лысова	8,172	8,560	3,113	22,752	1,393
Всеобщие объёмные таблицы	8,060	8,780	3,110	23,370	1,360
Стандартные таблицы	8,612	9,132	3,236	24,301	1,428
Формула Линь Чен Гана	8,720	9,164	3,334	24,641	1,467

Наименьшие значения запасов буреломных деревьев получены с использованием формулы Линь Чен Гана, а также по модельным деревьям и кривой высот. Но различия незначительные. Наибольшие запасы сухостойных деревьев получены по всеобщим и региональным объёмным

таблицам, а наименьшие – по кривой высот модельных деревьев и формуле. В целом различия и в абсолютных величинах несущественные. Наибольшие запасы здоровых деревьев получены с использованием модельных деревьев и кривых высот замеров 2001 г., а наименьшие – по формуле и таблицам запасов и сумм площадей сечений. Региональные и всеобщие объёмные таблицы, а также модельные деревья с использованием кривой высот 2003 показывают близкие между собой промежуточные результаты.

Наибольшие значения запасов здоровых деревьев кедра (см. табл. 3) получены с использованием региональных объёмных таблиц (Смолоногов, Залесов, 2002). Местные таблицы сумм площадей сечений деревьев кедра также показали близкие значения. Значительно меньшие показатели запасов рассчитаны с использованием всеобщих объёмных таблиц, а наименьшие – с использованием формулы Линь Чен Гана. Наибольшие значения запасов ветровальных деревьев кедра получены с использованием местных и всеобщих объёмных таблиц, а наименьшие – по формуле и местным таблицам сумм площадей сечений и запасов. Наименьшие значения запасов сухостойных деревьев кедра характерны для всеобщих объёмных таблиц, а наибольшие получены по стандартным таблицам.

Наименьшие запасы здоровых деревьев (см. табл. 3) получены с использованием объёмных таблиц берёзы Среднего Урала (Луганский, Лысов, 1991), которые были взяты за основу, наибольшие – с использованием формулы Линь Чен Гана (Бараев, 1963), различие составило 8 %. Наибольшие запасы буреломных, ветровальных и сухостойных деревьев получены с использованием формулы, а наименьшие – с использованием таблиц Н.А. Луганского, Л.А. Лысова (1991) и всеобщих объёмных таблиц.

Нами проанализированы различные методы вычислений объёмов стволов деревьев, в разной степени пострадавших от штормового ветра в 1995 г. На основе опубликованных ранее работ (Алесенков и др., 2009) по ступеням толщины были вычислены, исходя из соотношения высот и диаметров, объёмы растущих, ветровальных, буреломных и сухостойных деревьев.

Было показано различие в вычисленных объёмах стволов деревьев разных категорий, исходя из индивидуальных характеристик строения древостоев, соотношения высот и диаметров деревьев, а также от особенностей разных объёмных таблиц.

Нами установлено, что использование местных стандартных таблиц и вычисление запасов по формуле занижает запасы ели и пихты. В то же время использование этих двух способов для березового элемента древостоя (в случае его наличия в темнохвойном), распределение которого близко к нормальному, вполне корректно и показывает близкие значения.

Библиографический список

Алесенков Ю.М. и др. Постветровальная структура тёмнохвойного древостоя Висимского заповедника / Ю.М. Алесенков, Г.В. Андреев, Е.Г. Поздеев, С.В. Иванчиков // Лесная таксация и лесостроительство. 2008. № 2(40). С. 43-48.

Алесенков Ю.М. и др. Соотношение высот и диаметров основных лесобразующих пород под воздействием ветровала в Висимском заповеднике / Ю.М. Алесенков, Г.В. Андреев, Е.Г. Поздеев, С.В. Иванчиков // Аграрный вестник Урала. 2009. № 2. С. 75-77.

Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Бараев С.К. Определение запасов без обмера модельных деревьев / С.К. Бараев // Лесн. хоз-во. 1963. № 8. С. 26-29.

Верхунов П.М. и др. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской и Курганской областей, Башкирской АССР): справочник / П.М. Верхунов, А.В. Попова, В.Л. Черных, И.В. Мамаев. М.: ЦБНТИлесхоз, 1991. Ч. I, II. С. 483.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Лимонов Е.И. и др. Полевой справочник лесостроителя: справочник / Е.И. Лимонов, Ю.Н. Полянский, В.И. Сухих, Л.А. Чернышова. Горький: Волго-Вятское книжное изд-во, 1966. 172 с.

Луганский Н.А., Лысов Л.А. Березняки Среднего Урала: моногр. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 100 с.

Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. М.: ВИНТИ, 1985. Т.4. С. 1-164.

Смолоногов Е.П., Залесов С.В. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 186 с.

